

# 陕西农作物种质资源搜集保护与创新利用研究进展

高 飞<sup>1</sup>, 严勇敢<sup>1</sup>, 吉万全<sup>2</sup>, 刘五志<sup>1</sup>, 翟军海<sup>1</sup>, 李凤艳<sup>2</sup>, 高 源<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 陕西省种子工作总站, 西安 710018; <sup>2</sup> 西北农林科技大学农学院, 杨凌 712100)

**摘要:** 陕西种质资源丰富, 农耕文化历史悠久, 经过 2 次全国种质资源普查及陕西区域性、重点种质资源普查, 陕西已入国家库种质资源 13828 份, 其中粮食作物 11341 份、经济作物 1473 份、蔬菜 687 份、果树 191 份、牧草绿肥等 136 份, 全省累计保存和征集农作物种质资源约 1.8 万份。通过农作物种质资源研究利用, 促进陕西在小麦、油菜、玉米、苹果、番茄等作物育种中取得了重大进展。此外, 黑米、花椒、核桃、茶叶、猕猴桃等地方品种及野生资源直接应用于生产中, 取得了显著的经济效益。但陕西资源保护利用体系有待完善, 对不断流失的种质资源现状缺乏有效的资源保护和应对措施, 在资源搜集、保护、利用及管理各环节没能形成紧密的利益机制和管理机制, 影响了资源价值的发挥。因此, 新形势下筹划建立全省资源保护利用长效机制, 对陕西珍稀、特有、独占性的资源开展保护工作, 不断发掘利用新资源, 服务于生产和育种研究, 助力陕西农业追赶超越。

**关键词:** 陕西; 农作物种质资源; 保护利用; 地方特色资源; 现状与对策

## Research Progress on the Collection, Protection, Innovation and Application of Germplasm Resources in Shaanxi

GAO Fei<sup>1</sup>, YAN Yong-gan<sup>1</sup>, JI Wan-quan<sup>2</sup>, LIU Wu-zhi<sup>1</sup>, ZHAI Jun-hai<sup>1</sup>, LI Feng-yan<sup>2</sup>, GAO Yuan<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Shaanxi Seed Work Station, Xi'an 710018; <sup>2</sup> College of Agronomy, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100)

**Abstract:** Shaanxi province has a long history of agronomical cultivation culture and hosts abundant germplasm resources. Twice actions of China national-wide germplasm survey and several rounds of the regional resource investigation have unlocked ca. 18000 germplasm accessions including 13828 which are registered and persevered in National Crop Genebank of China including food crops (11341), economic crops (1473), vegetables (687), fruits (191) and forage crops (136). Through research and practices in agriculture germplasm, there have been significant progresses in breeding for crops like wheat, rapeseed, corn, apple, tomato, etc., along with noticeable economic benefits in exploiting values from the local characteristic and wild resources like black rice, pepper, walnut, tea and kiwi. However, problems on protection and utilization of germplasm resource in Shaanxi remain, such as inadequacy in the germplasm resources protection system, which fails to address the continued disappearance of some germplasms. In particular, the current system does not have appropriate incentive and management mechanisms to fully support the entire cycles of crop resources management, including search & collection, protection, utilization and management of the germplasm resources, which has hindered the realization of the full value of germplasm resources. We suggest to establish a long-term system valuable for the collection, characterization, protection, innovation and application of germplasm resources. Moreover, we suggest to explore the commercial value of precious or unique germplasm resources, thus serving the breeding for new varieties in Shaanxi.

收稿日期: 2021-01-28    修回日期: 2021-02-26    网络出版日期: 2021-03-02

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20210128001>

第一作者研究方向为农业技术推广、种质资源保护利用及管理, E-mail: gordonz68@hotmail.com

通信作者: 吉万全, 研究方向为农作物种质资源和遗传育种研究, E-mail: jiwantuan2003@126.com

基金项目: 陕西省物种品种资源保护费项目 (111821301354052199)

**Foundation project:** Shaanxi Conservation of Crop Germplasm Resources Program (111821301354052199)

**Key words:** Shaanxi province; crop germplasm resources; development and protection; local characteristic resources; current situation and strategy

陕西跨越中温带、暖温带和北亚热带 3 个气候带,纵贯我国长江、黄河两大水系,地形地貌复杂,生态类型多样,种质资源丰富。陕西先后有 13 个朝代在此建都,农耕文化历史悠久,早在秦汉时期我国农业中心就在关中地区,《汜胜之书》和《齐民要术》等古代农业著作所涉及的农业生产地域就是在陕西关中地区。20 世纪 60 年代,陕西通过农作物种质资源的开发与利用,选育出碧蚂一号、小偃 6 号、秦油 2 号等一大批国内有重大影响力的品种,为我国育种作出了突出贡献。就小麦而言,我国小麦品种更新换代了 7 次<sup>[1]</sup>,其中陕西就为全国贡献了 2 次,分别是碧蚂一号和小偃 6 号。农作物新品种选育经验告诉我们,重大品种创新离不开种质资源的发掘与利用。陕西农作物种质资源搜集、整理、保存、鉴定、利用工作由陕西省农科院负责,省农科院粮作所、经作所、棉花所分别设有种质资源研究室,1999 年省农科院并入西北农林科技大学,资源研究室也相应并入各学院的课题组,目前约有 20~30 人主要从事资源研究。2016 年开始,陕西资源管理工作政府参与度逐渐增强,为了落实《全国农作物种质资源保护与利用中长期发展规划(2015-2030 年)》,陕西启动了第三次农作物种质资源普查行动。原陕西省农业厅成立普查行动领导小组,负责该项工作的总体调度,聘请相关专家组成专家组,为普查提供技术保障;原陕西省种子管理站成立种质资源科,管理协调本次普查的日常工作和省内农作物种质资源管理工作;各地也成立相应领导小组和普查工作组,确保普查任务完成。2020 年,陕西出台了《陕西省实施〈中华人民共和国种子法〉办法》,强化了农业农村、林业行政主管部门的种质资源保护和监管职责。为加强全省农业种质资源保护与利用,保障粮食安全和重要农产品的有效供给,同年还出台了《关于加强农业种质资源保护利用的实施意见》,制定了陕西资源保护与利用发展规划。当前,陕西正在推进农业高质量发展,推进农业农村现代化,处在加快实现陕西农业追赶超越的重要时期。农业种质资源是保障国家粮食安全和重要农产品有效供给的战略性资源,做好农业种质资源保护与利用工作将有力推动陕西种业发展,陕西种业壮大会加大种质资源需求,促进种质资源保护利用研究更加深入。本文通过分析陕西资源现状、问题以及取

得的成效,就陕西资源保护的规划管理、资源的发掘利用和完善管理体系方面提出优先保护、鼓励开发利用、完善管理体系等措施,以期建立陕西资源保护利用长效机制,助力陕西种业发展。

## 1 农作物种质资源的基本状况

### 1.1 收集状况

在全国第一次和第二次种质资源普查的背景下,陕西分别于 1956 年及 1978 年开始,组织过 2 次全省种质资源普查。此外,1986-2015 年间,陕西开展了区域性、重点种质资源普查,如川陕黔桂作物种质资源考察(1991-1995 年)、西北干旱区抗逆农作物种质资源调查(2011-2016 年)等国家项目任务。到 2015 年底,已入国家库种质资源 13828 份<sup>[2]</sup>,其中包括国家 I 级重点保护小麦野生近缘植物华山新麦草,该资源为中国特有。截至 2020 年底,全省累计保存和征集农作物种质资源约 1.8 万份。

### 1.2 保存状况

已入国家库陕西资源中,粮食作物 11341 份、经济作物 1473 份、蔬菜 687 份、果树 191 份、牧草绿肥等 136 份,粮食作物占比 82.01%,数量约是经济作物的 7.7 倍、蔬菜的 16.5 倍、果树的 59.4 倍、牧草绿肥等的 83.4 倍,长期以来陕西种质资源主要交于国家种质库(圃)进行保存。2015 年西北农林科技大学建成农作物种质资源库等相关保护设施,为普查征集的资源以及西北农林科技大学收集的资源提供了安全的保存环境。该资源库面积 520 m<sup>2</sup>,投入资金 515 万元,可同时满足 10 万份小麦、5 万份玉米和 10 万份其他作物种质资源中长期保存,还配套建设了 13.33 hm<sup>2</sup> 作物标本区,用于种质资源繁殖、大田鉴定和作物学教学。此外,延安市农业科学研究所建有一座地下冷藏库,面积 715 m<sup>2</sup>,可用于资源保存。

野生农作物种质资源和散落在农户中的地方品种保护状况不容乐观。普查征集过程中了解到,陕西很多地区农家品种种植面积不断减少,又缺乏有效保护措施,有些品种已经寻觅不到。如商洛市由于粮经结构调整,导致粮食作物面积减少,经济作物明显增加,大量地方品种知道名字,但是找不到资源,尤其是小麦和水稻,该市 1900 年小麦、水稻面积分别为  $9.25 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>、 $0.21 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,到 2020 年小麦、水稻分别为  $3.61 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>、 $0.13 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>。还有

一些农作物资源是由于生境破坏,耕种土地面积减少,或因商品种替代不再种植而大量减少,如野生大豆和棉花。如渭南市已入库资源中谷子、花生、糜子等还有少量种植,大量地方品种被商品种取代,一些 20 世纪 70-80 年代熟悉的农家种或野生种质资源已经很难寻觅,该市 1980 年谷子面积有  $3.91 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 2016 年降至  $597 \text{ hm}^2$ ,到 2020 年谷子面积有所增加但仍不到  $666 \text{ hm}^2$ 。通过查阅陕西编印的小麦、玉米、豆类、糜子、蔬菜、果树等作物品种资源目录,如《陕西果树志》《陕西主要农作物优良品种志》等文献及档案资料,我们尝试收集已记录但未入国家库的资源,发现农家品种大量减少。如彬州市枣树资源丰富,据当地农村一位 80 多岁老人介绍,很多枣树地方品种村里曾经都有种植,但现在很少有人种植,村里原先的 8 个枣树品种中只剩下 2 个。

### 1.3 种质资源创新利用现状

**1.3.1 小麦资源创新利用研究** 碧蚂一号是利用武功地区当地农家种蚂蚱麦作母本、碧玉麦作父本,杂交选育而成,该品种年最大种植面积达  $600 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,推广面积创我国单一品种年种植面积的最高纪录。小偃 6 号是普通小麦和长穗偃麦草通过远缘杂交方法育成的,使我国小麦杂交育种走在了世界领先行列,并为品种选育提供了优质的抗病、高产种质资源,截至 1988 年小偃 6 号已在黄河流域的 10 个省区累计推广达  $364 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。陕西常年种植面积最大的小麦品种小偃 22 和最重要的优质强筋小麦品种西农 979 亲本源头都含有小偃 6 号优良基因。蓝粒小麦是普通小麦与长穗偃麦草的杂交后代选育出的异代换系,通过繁殖蓝单体,再进一步筛选出自花结实的缺体小麦,对建立简便易行的异代换系育种方法-缺体回交法,改进小麦染色体工程育种具有重要意义<sup>[3]</sup>。蓝粒小麦-小麦代换系的开发、鉴定研究不断深入,如 2020 年 Liu 等<sup>[4]</sup>通过普通小麦与野生一粒小麦经过 8 代杂交选育出 6 个蓝粒小麦品系,创制了小麦与野生一粒小麦 4ab(4b)代换系蓝粒小麦新种质,所使用的 oligo-pta535-1、oligo-psc119.2-1、oligo-pta71-2 和(aac)7 等 FISH 探针和 SNP 标记可用于小麦-普通小麦蓝粒代换系的选育;2019 年叶晓斌等<sup>[5]</sup>通过对 450 个小麦 SSR 标记进行筛选,获得了 4 个可跟踪鉴定的 4St 染色体特异 SSR 标记,研究结果可用于蓝粒小麦品种的培育和中间偃麦草蓝粒基因的遗传学研究。

**1.3.2 油菜资源创新利用研究** 秦油 2 号是世界上第一个杂交油菜新品种,具有适应性广、抗逆性

强、丰产稳产性好的特点,比常规油菜品种增产 30% 左右。20 世纪 90 年代初,该品种种植面积达  $133 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,约占我国当时油菜种植面积的 1/4,开创了我国杂交油菜选育和应用的新纪元,对世界油菜科研和生产的发展亦产生了深远的影响<sup>[6]</sup>。陕西有大量油菜地方品种应用于品种选育,如关油 3 号是从永寿油菜系统选育而成,其推广应用获 1978 年省科学大会重大科技成果奖,靖油 1 号是从陕北黄芥中系统选育成的低芥酸芥菜型品种,油菜 74-1 和早丰一号分别是从小武油菜和汉中矮油菜中系统选育而成。

**1.3.3 玉米资源创新利用研究** 通过种质资源的引进,陕西先后创制出一批具有影响力的优良自交系。利用农家种维春选育出了黄改系 K12,利用外引系黄早四选育出了武 314、天四、L101 等,为陕西玉米育种奠定了基础。例如 K12 自交系因具有较高的配合力在育种界产生较大影响,20 世纪 90 年代成为陕西省骨干自交系,尤其做基础材料得到国内其他单位广泛利用,陕西省选育的陕单 911,辽宁省选育的沈单 10 号、沈单 16 得到大面积推广利用;自交系天四因其具有较好的适应性,组配的杂交种户单 4 号有效解决了育种史上有关抗逆性、适应性等方面的难题,对陕西玉米育种和生产起到了巨大的促进作用,该品种曾为陕西夏播区主栽品种,并且已推广到甘肃、新疆、山西、内蒙古、河南、河北、山东等省(区),累计种植面积超过  $533 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

**1.3.4 苹果资源创新利用研究** 秦冠是以优良品种金冠和鸡冠有性杂交培育成的一个新品种,1988 年已推广到全国 27 个省(市、自治区),面积超过  $2667 \text{ hm}^2$ ,除陕西作为主栽品种(50% 以上)外,还推广至浙江、湖南、福建、河南和山西等省<sup>[7]</sup>。瑞阳由秦冠和富士杂交选育而成,属晚熟、红色品种,瑞雪由秦冠 1 号与粉红女士杂交选育而成,属晚熟、黄色品种。这 2 个新品种高产、品质优、抗性强,是陕西苹果选育的重大突破,有望成为我国黄土高原产区及同类生态区苹果更新换代的主栽品种<sup>[8]</sup>。

**1.3.5 番茄资源创新利用研究** 在 20 世纪 80-90 年代,通过陕西本地主栽品种和国外引进品种的杂交选育,使陕西番茄杂交育种获得突破性进展,杂交番茄开始大面积用于生产,先后选育出早熟、抗烟草花叶病毒的早魁、春雷、早丰、西粉 3 号、毛粉 802 等番茄品种,被全国 20 多个省、市引种推广,成为当时我国番茄种植长期主推品种,其中毛粉 802 是全国最先育成的抗蚜虫、白粉虱、高抗烟草花叶病毒病



(TMV)、中抗黄瓜花叶病毒病(CMV)和优质、丰产、中晚熟一代茸毛番茄。2000年以后,陕西金棚种业有限公司、西北农林科技大学园艺学院等一批番茄育种机构开展番茄新技术研发,在抗病、抗逆、抗TY粉果番茄及优质番茄高端品种的选育技术方面步入了国际先进水平行列。

#### 1.4 优异农作物种质资源开发利用

**1.4.1 洋县的黑米** 洋县黑米表色墨黑、里质白细,蛋白质比普通大米高37%,富含16种氨基酸,花青素类色素含量远远高于其他同类产品,营养价值高,早在3000多年前洋县就有黑稻种植,黑米历代为皇家贡品。1993年洋县成立名特优作物研究所,对洋县特色水稻品种资源进行研究。通过洋县黑米选育出秦稻1号、秦稻2号、洋黑3号等一大批黑米品种。2018年洋县把发展黑米产业列为五大脱贫产业之首,努力扩大黑米水稻种植面积,延伸黑米产业链,促进农民增收。截至2018年,全县种植黑米3333.33 hm<sup>2</sup>,总产量 $2.25 \times 10^4$  t,已经形成商品批量投放北京、上海、杭州、深圳、成都、重庆、西安等大中城市,销售良好。

**1.4.2 凤县的风椒** 风椒也叫大红袍花椒,是一个种植历史十分悠久的老品种,主要特点是粒大、色艳、味浓、肉厚、外鲜红、内淡黄、形具双耳、麻味悠久、清香浓郁。宝鸡是陕西花椒主产区,以凤县为主,近年各级政府出台了多项优惠扶持政策,种植区域逐渐扩大到宝鸡的太白、陈仓、渭滨、金台、扶风、岐山、凤翔、千阳、陇县、麟游等县区,主要品种是凤县大红袍。2017年全市花椒面积 $5.91 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,产值近6亿元,市场价格比其他常见品种高20~30元/kg,是山区农民致富的主导产业。

**1.4.3 陇县的陇州核桃** 陇州核桃为古老的地方种,其特点是个大、仁饱、皮薄、味香,在中国首届核桃节上获得金奖。近年来,宝鸡把核桃作为重要的木本油料产业,打造关山、乔山百万亩核桃产业带,宝鸡8个县区被纳入省级基地县建设,每年获得上千万元专项资金补助,用于新建园和老园改造。在技术推广方面,与西北农林科技大学联合建立了陇县核桃试验站,制定了《核桃标准化示范园建设管理办法(试行)》和《核桃标准化示范园建设技术标准》等。截至2017年,全市核桃栽植、加工销售等农民专业合作社100多个,种植面积 $10 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,年产值达6亿元左右,陇州核桃为宝鸡核桃产业打造的主要品牌。

**1.4.4 陕南的茶叶资源** 汉中绿茶以香高、味浓、

耐冲泡等特点著称,汉中仙毫是国家地理标志产品,2013年荣获第31届巴拿马国际博览会绿茶类唯一金奖,品牌价值20.77亿元,全市茶园总面积 $7.97 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,总产量 $3.98 \times 10^4$  t。安康镇坪县的巴山小种茶,将种植60多年的老茶品种取名为巴山小种,该品种解放初期开始在乡村种植,适应性强,海拔600~1500m均可生长,产量较高,谷雨采摘制作的高山巴山小种云雾茶,芽壮叶厚,开水冲泡香飘四溢、茶味绵长。2017年全县种植茶树品种7个,总面积1166.67 hm<sup>2</sup>,其中巴山小种面积333.33 hm<sup>2</sup>,占总面积的28.7%。商洛市镇安县的象园茶,是当地种植历史悠久的老茶叶品种,茶园多分布于海拔800~1600 m的高山、半高山山地,叶片生长时间长,养分积累多,水浸出物比例高,富含锌、硒等多种微量元素。镇安象园茶大多与镇安板栗套种间作,吸收了板栗醇厚的果香,具有汤香茶靓、栗香味浓、久耐冲泡的特质。2016年镇安象园茶获得上海国际博览会中国好茶叶金奖。2017年全县茶园面积达到6466.67 hm<sup>2</sup>,年产绿茶850 t,茶叶产业产值1.23亿元。

**1.4.5 陕西的野生猕猴桃资源** 镇坪县的野生翠香猕猴桃,具有高产、优质、适口性好等特点,从10月初至11月上中旬,市场价格在10~16元/kg间波动,当地以这种野生猕猴桃为主,鲜有人工培育栽培,其品质优势十分明显,目前还无规模化、规范化栽培。华阴市的迷你野生猕猴桃,结食性好、果实成串,单果长筒状,一般长2~3 cm,果面光滑无毛,可整果食用,香甜、熟透无酸味口感好,耐储藏,果肉有黄绿色和红色2种,已有当地群众扦插繁殖200余株,进行产业化发展。

**1.4.6 陕南的花魔芋** 花魔芋为地方老品种,适应性强,虫害少,主要特点是抗软腐病能力强和葡甘露聚糖含量高,在陕南汉中和安康种植面积达 $3 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,总产约 $50 \times 10^4$  t,产值约24亿元,为山区农民脱贫致富的重要产业。

**1.4.7 陕西胡萝卜资源** 陕西胡萝卜地方品种在生产上大量应用,如凤翔县的透心红胡萝卜,具有颜色透亮、口味好、品质优的优点,年种植面积近33.33 hm<sup>2</sup>,产值6万元/hm<sup>2</sup>。大荔县的秤杆胡萝卜,具有果肉鲜红、肉芯细、构型笔直、口味甘甜的优点,2018年大荔县种植面积达 $1 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,胡萝卜相关专业合作社达5家,远销四川、重庆、湖北等地。还有陇县的两头齐胡萝卜、千阳县的千川胡萝卜等地方品种在当地生产中广泛种植。

**1.4.8 大荔县的黄花菜** 大荔黄花菜属于中国知名黄花菜八大系列之一,因其针长、色佳、肉厚、味香、品质好、营养价值高等特点,被誉为西北特级黄花菜。2018 年全县种植面积达  $0.29 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,总产值达 2.15 亿元,全县黄花菜企业已达到 10 家,合作社 5 家,实现了产前、产中、产后一条龙服务。

**1.4.9 潼关县的铁杆笋** 铁杆笋是腌制酱笋的古老地方品种,其特点是个大皮薄、上下粗细均匀,质地细密,比实用菜笋挺直坚实,茎是腌制潼关酱笋的理想原料,腌制后清脆适口。2018 年全县种植面积  $13.33 \text{ hm}^2$  左右,以销定产,所产笋全部被潼关 4 家酱菜加工企业收购。潼关成立的酱菜博物馆是陕西省唯一一家酱菜专题博物馆。

## 2 突出问题

### 2.1 资源流失状况不容乐观

随着环境气候的变化,野生资源不断流失,虽然通过生态治理陕西整体自然环境正在不断改善<sup>[9-12]</sup>,但治理的重心和方向是改善人居环境,而非保护种质资源,如陕北榆林毛乌素沙地土地整治,使本就脆弱的当地生态环境有重新沙化的风险<sup>[13]</sup>,还有秦岭北麓生态环境破坏事件<sup>[14]</sup>以及渭河河道乱占乱建等行为层出不穷。经营模式及生产结构的变化,则加速了商品种的推广,使得大量传统农家品种不再种植、逐渐消亡。2013 年陕西对农户小麦良种的实际使用情况进行过调查,发现全省小麦商品种覆盖率约为 86.8%<sup>[15]</sup>。湖南省也有类似的情况,受农业结构宏观调控的影响,地方品种资源日益减少,农民在追求最大经济效益的同时,大量地方品种资源遭遇市场淘汰<sup>[16]</sup>。

### 2.2 保护利用长效机制尚未形成

**2.2.1 各环节比例失衡** 资源保护、研究力量不足,利用缺乏突破性资源,资源工作各个环节没有形成良性循环,未形成合理的利益机制和管理机制,限制了资源价值的充分发挥。据了解,陕西农作物种质资源研究专业人员不足 30 人,而农作物育种工作者中仅南繁人员就有约 200 人,全省育种人员应不下千人。政府作用发挥不充分,缺乏长期有效的管理机制,往往资源征集时投入了大量人力物力,征集任务完成后,资源保护工作热度巨减,农业农村管理部门及民众参与度大幅降低。

**2.2.2 全省未形成资源保护网络** 一是未针对农作物种质资源设立由政府主管的种质资源保护库、保护区以及保护地,资源保护工作政府主导、多元参与

的格局还未形成。二是除了设有国家级柿子资源圃外,未设立其他作物国家或省级认定的农作物种质资源圃,资源保护范围狭窄。三是各科研机构及企业设立的资源库或资源圃主要是满足自需,资源保护未形成统一管理、分工协作的局面。四是野外资源和农户手中的资源基本处于无保护状态,即使掌握在育种家及科研企事业单位的资源也由于受管理水平、保存条件等方面限制,难以排除部分种质资源材料产生遗传漂变,甚至丢失或毁坏,造成难以弥补的遗憾。

**2.2.3 资源保护基础薄弱** 基础性工作方面力量薄弱,在项目经费、人员编制、基础设施设施等方面投入不足,这些限制了资源考察收集、编目入库、鉴定繁殖、供种分发等工作的有效开展。基础研究方面也比较薄弱,家底还不够清楚,对如何建立陕西资源保护体系缺乏调查研究,这不利于科学制定资源保护规划,以及资源的深入研究利用。此外,资源保护利用意识淡薄,对资源保护缺乏科学的认识。

### 2.3 资源结构不平衡

从资源作物种类看,粮食作物较多,而经济作物、蔬菜、果树和牧草资源收集偏少,供给侧矛盾突出;从资源的利用类型看,当前农作物现代育种以高产、高效、优质、低耗为研究利用方向,但高效、优质、低耗等方面研究薄弱、利用不足;从资源利用范围看,资源研究利用集中于农业,而工业、服务业等其他方面应用国内鲜见报道,限制了资源的深度研究和推广利用。

### 2.4 发掘利用不充分

**2.4.1 品种选育遗传基础狭窄** 陕西资源研究和创新工作长期滞后,资源优势没能充分发挥,成为制约陕西种质创新的重要因素。2000-2019 年,陕西通过审定的国审小麦品种数约占全国总数的 3%,玉米约占 0.5%,主要粮食作物的国审品种数量全国占比低<sup>[17]</sup>,主要粮食作物育种进入瓶颈期。这种所谓的“瓶颈效应”是由于人工选择需要类型,不自觉中使后代群体遗传基础狭窄化了,致使现代育成品种遗传基础很窄,而古老地方品种遗传基础较宽,野生种的遗传基础很宽<sup>[18]</sup>。发掘和利用高产、优质、多抗、高效作物种质资源是培育突破性新品种的物质基础和必要条件<sup>[19]</sup>。

**2.4.2 成果推广效益较低** 一方面成果转化意识落后,如西农 979 为我国优质强筋小麦主导品种,并获得国家科学技术进步二等奖,全国推广面积累计达  $946.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,但由于缺乏有力的推广措施,省内



种植面积不足  $13.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。另一方面陕西地方特色资源市场竞争力低,开发的产品多,但多数附加值低。主要表现在企业研发创新能力不足,产品生产标准化、规模化低,产品精深加工程度低,品牌知名度与影响力较低等方面。

**2.4.3 研究后劲不足** 第一,优异资源的基因发掘与利用不充分,性状鉴定主要针对表型进行了初步判定,缺少对优异基因分子水平上的精细鉴定,尤其缺乏种质资源多年多点的精准鉴定。第二,优异资源研究创新工作滞后,很多资源仅进行了性状鉴定,未经改良,难以直接用于育种研究。第三,资源研究过于偏重粮食作物,长期以来以粮食增产为目标的育种导向使粮食作物研究较为深入,而大量非主要农作物优异特色资源重视不足。

## 2.5 管理体系不完善

陕西资源管理机构不健全,未形成分层次、分作物的全省资源保护利用体系,责任主体、任务分工不清,在资源的保护利用体系建设、法律法规制定、进出口管理等方面均存在亟待解决的问题。资源保护利用平台尚未构建,相关工作协调不便,资源交流利用效率低。

# 3 建议与对策

## 3.1 整体规划与层次化管理相结合

按照陕西农业产业规划,将在 2035 年建成全省资源保护体系。为缓解资源保护体系建设周期长与资源不断流失的矛盾,充分利用及完善现有资源保护设施,建设全省资源保护网络,并根据保护需要及时补充新的保护设施,逐渐形成全省统一管理、相互协作的资源保护网络,为整体规划落实提供了试点和经验,同时为全省保护网络的建设提供有力支撑。建设以中期库和资源圃保存为主,可尝试在陕北地区建立种子常温节能中期库。陕西多地属于欠发达地区,保护设施建设需注重经济效益。由于低温库建设投资大、技术要求高、运行维护成本昂贵,而近来研究表明种子常温节能中期保存技术的构建,不但提供了安全节能中期保存技术,经济效益也十分显著<sup>[20-22]</sup>。优先缓解资源保护利用中的突出矛盾,使资源得到保护的同时,显现资源的价值,开展稀有、珍稀、特有、独占性等资源保护尤为紧迫,同时鼓励开发以资源为基础的地方特色产业,在利用中保护地方特色资源,如贵州黎平县香禾糯资源广泛用于当地侗族的传统习俗和文化中而得到了很好的保护<sup>[23]</sup>。以发掘资源价值为当前工作重心,推动资源

保护体系建设。建议资源研究以市场和社会需求为导向,如筛选和改良适合救灾备荒特殊用途的地方品种,研究和利用提高农民收入的特色优异资源等,通过阶段性的成果体现资源经济效益,逐渐强化资源是关键性战略资源的普遍共识,以加快资源保护利用长效机制的建立。

## 3.2 鼓励种质资源的发掘与利用

优异特色资源是重要的战略资源,2018 年刘旭等<sup>[24]</sup>认为特色资源的发掘利用是作物种质资源学科的发展趋势,针对绿色环保以及人们对未来优质健康食品的需求,创制有育种和开发价值的特色种质,为形成新型产业奠定基础。特色优异资源的发掘与利用,不但要满足人们对农产品更加多样化、个性化和品质化的需求,以带动相关产业发展,提升农民收入水平,还要建立合理的利益机制,将资源保护利用各环节紧密联系起来。

**3.2.1 优先开发地方优异特色资源** 陕西需要构筑区域品牌伞,发挥地方特色优异资源优势,带动地方农产品产业发展,使资源在利用中保存与保存中利用,做到利益分享与政府监管体现在资源开发利用的全过程。资源开发要有资质,利用要受到监管,推动要有政策倾斜,需本着谁开发、谁投资、谁受益,同时受政府监管的原则,确保优异资源价值得到充分发挥。建议围绕陕西“3+X”特色产业发展<sup>[25]</sup>,筛选优异资源以及分阶段开发利用,集中力量打造陕西农产品名片。经笔者分析,资源丰富、地方特色浓郁、基础实力雄厚且具有深度开发潜力的苹果、猕猴桃、花椒、核桃、西红柿、红枣、小杂粮、富硒茶等作物可以作为区域品牌。同时,通过资源性能改造、加工工艺完善等科技创新,提高产品的新颖性与独特性,为品牌形象注入无限生机;同时形成利益机制,调动政府、科研单位、企业等不同主体活力,共同为发展特色农产品区域品牌提供充足的智力资源<sup>[26]</sup>。企业建立标准化、规范化、规模化生产线,同时要注重品牌宣传,提高品种知名度。政府部门应加大扶持力度,并强化考核,剔除影响区域品牌效果的企业和商标。

**3.2.2 科学引导种质资源研究工作** 研究成果需要保护,对难以申请专利保护的,如基础研究中出现的成果,政府需从战略资源和建设生态文明的角度专门加以规制<sup>[27]</sup>。对优异特异性的资源优先开展表型组学鉴定,不但要进行表型鉴定,还要进行分子水平上的精准鉴定,同时开展多年多点的田间鉴定。2020 年程超华等<sup>[28]</sup>认为,表型组学鉴定平台被视

为种质资源和育种材料精准鉴定评价的核心技术,为种质资源的规模化、批量化鉴定评价提供了基础和条件,也使大规模研究基因型与环境互作成为可能。同时,应以高产、高效、优质、低耗为研究利用方向,鼓励优异材料改良和创新,丰富陕西种质资源基础。优先服务于育种,但不要局限于服务农业,如栗建光等<sup>[29]</sup>报道,通过重金属吸附专用黄麻、工业大麻等特色麻类资源推广种植,取得了很好的经济效益。Yuan 等<sup>[30]</sup>通过废弃烟杆制备多孔碳材料,比表面积及电化学性能表现极佳,实现了成本低廉及资源利用最大化。

**3.2.3 进一步发掘潜在优异资源** 建立合理的利益分享机制,激发资源保护利用各环节活力,实现资源保护利用体系的高效运转。保护资源征集者和保护者的合法权益,调动广大农民的积极性,营造全社会参与种质资源保护利用的良好氛围,不断发掘新的优异资源,并加大珍稀、濒危、特有资源与特色地方品种收集力度,确保资源不丧失,实现应保尽保。

### 3.3 完善资源保护利用管理体系

资源的保护利用政府要占主导地位,是资源管理的责任主体,在基础设施建设、基础领域研究、技术人才培养、体系运转经费方面为资金提供主体。亟需健全资源管理机构,促进“政、产、学、研”有效结合,可以借鉴全国牧草种质资源保护体系管理机构<sup>[31]</sup>,同时建立陕西农作物种质资源共享服务平台,参照我国水产资源平台建设,开展实物、信息、技术共享,为资源研究、育种突破、市场需求等提供支持<sup>[32]</sup>。建议设立资源保护利用专项经费,保障资源工作的稳定高效运转,大力投资基础设施和人才队伍建设,出台政策鼓励更多人从事资源研究和资源管理工作,并将这项工作纳入政府工作考核,发挥基层农业农村管理部门在资源的保护、征集、繁殖及推广利用等方面的重要作用。

### 3.4 兼顾资源工作的公益性

种质资源工作以保障粮食安全和重要农作物产品的有效供给为主要目的,既要解决农业当前的突出矛盾,也要着眼于资源利用的长远发展。基础研究工作是其公益性的主要体现,对陕西而言有三项工作亟待解决,第一,对陕西种质资源进行分层次、分作物的系统研究,进一步摸清资源家底,编撰《陕西省农作物志》和修订《陕西省农作物优良品种志》;第二,强化科学管理,进行资源鉴定评价和分类整理,构建陕西核心种质,对市场开发潜力大的优异特色种质资源优先鉴定研究;第三,出台《陕西农

作物种质资源管理办法》,从制度上保障资源工作的基础性、公益性和长期性,要建立监督考核机制,促进资源的保护利用工作更加规范和高效。

### 参考文献

- [1] 杨建仓. 我国小麦生产发展及其科技支撑研究. 北京: 中国农业科学院, 2008  
Yang J C. Study on the development of wheat production and the support of science and technology in China. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2008
- [2] 中华人民共和国农业农村部. 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动. (2018-04-17) [2021-01-25]. <http://www.cgrchina.cn/>  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. The third national general survey and collection of crop germplasm resources. (2018-04-17) [2021-01-25]. <http://www.cgrchina.cn/>
- [3] 李振声, 穆素梅, 蒋立训, 周汉平, 吴景科, 余玲. 蓝粒单体小麦研究(一). 遗传学报, 1982, 9(6): 431-439  
Li Z S, Mu S M, Jiang L X, Zhou H P, Wu J K, Yu L. A study on blue-grained monosomic wheat (I). Acta Genetic Sinica, 1982, 9(6): 431-439
- [4] Liu X, Feng Z, Liang D Y, Zhang M H, Liu X J, Hao M, Liu D C, Ning S Z, Yuan Z W, Jiang B, Chen X J, Chen X, Zhang L Q. Development, identification, and characterization of blue-grained wheat- *Triticum boeoticum* substitution lines. Journal of Applied Genetics, 2020, 61(3): 169-177
- [5] 叶晓斌, 卫波, 范仁春, 张相岐. 小麦-中间偃麦草蓝粒代换系的创制与鉴定. 麦类作物学报, 2019, 39(10): 1154-1164  
Ye X B, Wei B, Fan R C, Zhang X Q. Development and identification of new common Wheat-*Elytrigia intermedia* blue-grained substitution lines. Journal of Triticeae Crops, 2019, 39(10): 1154-1164
- [6] 李殿荣, 田建华. 秦油2号的育成及其在我国杂交油菜科研和生产中的地位和作用. 中国油料作物学报, 2015, 37(6): 902-906  
Li D R, Tian J H. Role and function of cultivar Qinyou 2 in rapeseed hybrid breeding and production in China. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2015, 37(6): 902-906
- [7] 傅润民. 苹果新品种秦冠的发明. 陕西农业科学, 1989(4): 38  
Fu R M. Breeding report of a new apple cultivar Qinguan. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 1989(4): 38
- [8] 张伯虎. 苹果新育品种‘瑞阳’、‘瑞雪’综合性状评价. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015  
Zhang B H. Evaluation on comprehensive characters of new breeding apple varieties ‘Ruizhang’ & ‘Ruixue’. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2015
- [9] 高云飞, 张栋, 赵帮元, 殷宝库, 张建国, 李晶晶, 曹夏雨. 1990—2019年黄河流域水土流失动态变化分析. 中国水土保持, 2020(10): 64-67  
Gao Y F, Zhang D, Zhao B Y, Yin B K, Zhang J G, Li J J, Cao X Y. Dynamic changes of soil and water loss in the Yellow River basin from 1990 to 2019. Soil and Water Conservation in China, 2020(10): 64-67
- [10] 张春玲, 宋淑红, 张波. 陕西省渭河干流水功能区达标分析与水资源保护对策. 陕西水利, 2016(6): 9-11

- Zhang C L, Song S H, Zhang B. Analysis and protection of water environment quality status in Shaanxi section of Weihe river. *Shaanxi Water Resources*, 2016 ( 6 ): 9-11
- [ 11 ] 王磊. 渭河流域陕西段水环境质量现状分析与评价研究. 西安: 西安建筑科技大学, 2019
- Wang L. Analysis and evaluation of water environment quality status in Shaanxi section of Weihe river basin. Xi' an : Xi' an University of Architecture and Technology, 2019
- [ 12 ] 朱建春, 张博聪, 姚佳. 基于 STIRPAT 模型的陕西空气质量影响因素——兼论城市水土保持的重要作用和策略. *水土保持研究*, 2020, 27 ( 5 ): 326-332
- Zhu J C, Zhang B C, Yao J. Influencing factors on air quality in Shaanxi province based on STIRPAT Model-Discussion on important function of urban soil and water conservation and corresponding strategies. *Research of Soil and Water Conservation*, 2020, 27 ( 5 ): 326-332
- [ 13 ] 石辉, 刘秀花, 陈占飞, 苏泓宇. 陕北榆林毛乌素沙地大规模土地整治开发的生态环境问题及其对策. *生态学杂志*, 2019, 38 ( 7 ): 2228-2235
- Shi H, Liu X H, Chen Z F, Su H Y. Eco-environmental problems and their solution strategy for large-scale land consolidation and development in Mu Us Sandy Land of Yulin in North Shaanxi. *Chinese Journal of Ecology*, 2019, 38 ( 7 ): 2228-2235
- [ 14 ] 肖哲涛, 郝丽君, 和红星. 秦岭北麓 ( 西安段 ) 生态环境适应性保护及利用研究. *生态经济*, 2014, 30 ( 6 ): 187-192
- Xiao Z T, Hao L J, He H X. A study on the adaptive protection and utilization of ecological environment along the northern foot of Qinling Mountains in Xi' an section. *Ecological Economy*, 2014, 30 ( 6 ): 187-192
- [ 15 ] 高飞, 刘波, 何小平, 韩媛芬. 陕西省小麦良种覆盖率调查与分析. *中国种业*, 2015 ( 3 ): 25-27
- Gao F, Liu B, He X P, Han Y F. Study on proportion of commodity wheat seed in Shaanxi agriculture. *China Seed Industry*, 2015 ( 3 ): 25-27
- [ 16 ] 刘新红, 邓晶, 李小湘, 杨建国, 杨水芝, 王同华, 余应弘. 湖南省农作物种质资源收集保护和利用创新进展. *植物遗传资源学报*, 2017, 18 ( 5 ): 913-919
- Liu X H, Deng J, Li X X, Yang J G, Yang S Z, Wang T H, Yu Y H. The progress of conservation and innovation of crop germplasm resources in Hunan province. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2017, 18 ( 5 ): 913-919
- [ 17 ] 农业部种子管理局. 中国种业大数据平台. ( 2017-09-13 ) [ 2021-01-25 ]. <http://202.127.42.47:6010/SDSite/Home/Index>
- Seed Administration of the Ministry of Agriculture. China seed industry of information platform. ( 2017-09-13 ) [ 2021-01-25 ]. <http://202.127.42.47:6010/SDSite/Home/Index>
- [ 18 ] 董玉琛. 作物种质资源学科的发展和展望. *中国工程科学*, 2001, 3 ( 1 ): 1-5
- Dong Y C. The development and prospect of crop germplasm science. *Engineering Science*, 2001, 3 ( 1 ): 1-5
- [ 19 ] 刘旭. 中国生物种质资源科学报告. 北京: 科学出版社, 2015
- Liu X. The science report on biological germplasm resources in China. Beijing: Science Press, 2015
- [ 20 ] 宋超, 辛霞, 陈晓玲, 张金梅, 尹广鹏, 何娟娟, 覃初贤, 卢新雄. 三种保存条件下水稻和小麦种质资源安全保存期的分析. *植物遗传资源学报*, 2014, 15 ( 4 ): 685-691
- Song C, Xin X, Chen X L, Zhang J M, Yin G K, He J J, Tan C X, Lu X X. Safety storage life of rice and wheat germplasm resources at three storage conditions. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2014, 15 ( 4 ): 685-691
- [ 21 ] 周静, 辛霞, 尹广鹏, 陈晓玲, 张金梅, 卢新雄. 大豆种子在不同气候区温室贮藏的适宜含水量与寿命关系研究. *大豆科学*, 2014, 33 ( 5 ): 687-690
- Zhou J, Xin X, Yin G K, Chen X L, Zhang J M, Lu X X. Optimal moisture content and longevity of soybean seeds stored at different climatic zones under ambient condition. *Soybean Science*, 2014, 33 ( 5 ): 687-690
- [ 22 ] 卢新雄, 辛霞, 尹广鹏, 张金梅, 陈晓玲, 王述民, 方涛, 何娟娟. 中国作物种质资源安全保存理论与实践. *植物遗传资源学报*, 2019, 20 ( 1 ): 1-10
- Lu X X, Xin X, Yin G K, Zhang J M, Chen X L, Wang S M, Fang W, He J J. Theory and practice of the safe conservation of crop germplasm resources in China. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20 ( 1 ): 1-10
- [ 23 ] 焦爱霞, 王艳杰, 陈惠查, 谭金玉, 阮仁超. 贵州黎平县侗族村寨香禾糯资源利用与保护现状的考察. *植物遗传资源学报*, 2015, 16 ( 1 ): 173-177
- Jiao A X, Wang Y J, Chen H C, Tan J Y, Ruan R C. Investigation of utilization and conservation on Kam Sweet Rice germplasm at Dong Villages of Liping in Guizhou. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2015, 16 ( 1 ): 173-177
- [ 24 ] 刘旭, 李立会, 黎裕, 方涛. 作物种质资源研究回顾与发展趋势. *农学学报*, 2018, 8 ( 1 ): 1-6
- Liu X, Li L H, Li Y, Fang W. Crop germplasm resources: advances and trends. *Journal of Agriculture*, 2018, 8 ( 1 ): 1-6
- [ 25 ] 陕西省委办公厅, 陕西省政府办公厅. 关于实施“3+X”工程加快推进产业脱贫夯实乡村振兴基础的意见. ( 2018-12-23 ) [ 2021-01-25 ]. [http://sn.ifeng.com/a/20181223/7116185\\_0.shtml](http://sn.ifeng.com/a/20181223/7116185_0.shtml)
- General Office of Shaanxi Provincial Party Committee, General Office of Shaanxi Provincial Government. Opinions on implementing “3+X” project, speeding up industrial targeted poverty alleviation and consolidate the foundation of rural revitalization. ( 2018-12-23 ) [ 2021-01-25 ]. [http://sn.ifeng.com/a/20181223/7116185\\_0.shtml](http://sn.ifeng.com/a/20181223/7116185_0.shtml)
- [ 26 ] 郑端. 陕西省特色农产品区域品牌竞争力提升对策研究. *中国农业资源与区划*, 2016, 37 ( 7 ): 186-191
- Zheng D. Research on the promotion strategy of regional brand competitiveness of characteristic agricultural products in Shaanxi province. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2016, 37 ( 7 ): 186-191
- [ 27 ] 宋敏. 农业遗传资源权属制度研究. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014: 95
- Song M. Study of genetic resources for agriculture about property system. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2014: 95
- [ 28 ] 程超华, 唐靖, 邓灿辉, 戴志刚, 许英, 杨泽茂, 刘婵, 吴姗, 栗建光. 表型组学及多组学联合分析在植物种质资源精准鉴定中的应用. *分子植物育种*, 2020, 18 ( 8 ): 2747-2753
- Cheng C H, Tang Q, Deng C H, Dai Z G, Xu Y, Yang Z M, Liu C, Wu S, Su J G. Application of phenomics and multiomics joint analysis in accurate identification of plant germplasm resources. *Molecular Plant Breeding*, 2020, 18 ( 8 ): 2747-2753



- [29] 栗建光,戴志刚,杨泽茂,唐靖,谢冬微,陈基权,许英,徐建堂,张利国,龚友才,宋宪友,程超华,邓灿辉. 麻类作物特色资源的创新与利用. 植物遗传资源学报, 2019, 20(1): 11-19  
Su J G, Dai Z G, Yang Z M, Tang Q, Xie D W, Chen J Q, Xu Y, Xu J T, Zhang L G, Gong Y C, Song X Y, Cheng C H, Deng C H. Innovation and utilization of characteristic germplasm for bast fiber crops. Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(1): 11-19
- [30] Yuan Q H, Ma Z W, Chen J B, Huang Z R, Fang Z M, Zhang P, Lin Z D, Cui J N, S-Codoped activated carbon material with ultra-high surface area for high-performance supercapacitors. Polymers, 2020, 12(9): 1982
- [31] 李晓芳. 全国牧草种质资源保护与利用构想. 中国草地, 2000(5): 74-75  
Li X F. Suggestion of the development and protection of forage germplasm resources in China. Grassland of China, 2000(5): 74-75
- [32] 李梦龙,郑先虎,吴彪,方辉,刘永新. 我国水产种质资源收集、保存和共享的发展现状与展望. 水产学杂志, 2019, 32(4): 78-82  
Li M L, Zheng X H, Wu B, Fang H, Liu Y X. Advances and prospects in research on collection, preservation and sharing of aquaculture germplasm resources in China. Chinese Journal of Fisheries, 2019, 32(4): 78-82

## 欢迎订阅 2022 年《植物遗传资源学报》

《植物遗传资源学报》是中国农业科学院作物科学研究所和中国农学会主办的学术期刊,中国科技核心期刊、全国中文核心期刊、中国科学引文数据库(CSCD)核心期刊,被国内多家数据库收录,被CA化学文摘(美)(2014)、JST日本科学技术振兴机构数据库(日)(2018)、CABI(2021)收录,荣获2015年度中国自然资源学会高影响力十佳期刊,2017、2020年连续入选中国精品科技期刊。据《中国科技期刊引证报告》(核心版)统计:在农艺学类22种期刊中,2020年《植物遗传资源学报》的影响因子、总被引频次和综合评价总分排名均有所提升,核心影响因子为1.788,排名跃居农艺学首位。

报道内容为有关植物遗传资源基础理论研究、应用研究方面的研究成果、创新性学术论文和高水平综述或评论。如种质资源的考察、收集、保存、评价、利用、创新,信息学、管理学等;起源、演化、分类等系统学;基因发掘、鉴定、克隆、基因文库建立、遗传多样性研究等。

双月刊,大16开本,320页,彩色铜版纸印刷。定价68元,全年408元。各地邮局发行。邮发代号:82-643。国内统一连续出版物号CN11-4996/S,国际标准连续出版物号ISSN1672-1810。本刊编辑部常年办理订阅手续,如需邮挂每期另加3元。

地址:北京市中关村南大街12号《植物遗传资源学报》编辑部

邮编:100081

电话:010-82105794 010-82105795

E-mail: zwyczyxb2003@163.com zwyczyxb2003@sina.com

网址: www.zwyczy.cn

微信ID: 植物遗传资源学报

作者QQ1群: 372958204

QQ2群: 1107885410

